

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2004 THOMSON DERWENT. All rts. reserv.

014956303 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 2003-016817/200301

XRPX Acc No: N03-012727

Linear motor for exposure device in semiconductor device manufacture, has two sets of permanent magnet arrays arranged adjacently such that polarization directions of magnets in both sets mutually intersect each other

Patent Assignee: CANON KK (CANO )

Inventor: UCHIDA S

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
US 20020117903	A1	20020829	US 200279846	A	20020222	200301 B
JP 2002325421	A	20021108	JP 200228330	A	20020205	200305

Priority Applications (No Type Date): JP 200228330 A 20020205; JP 200147527 A 20010223

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

US 20020117903	A1		18	H02K-041/00	
----------------	----	--	----	-------------	--

JP 2002325421	A		8	H02K-041/03	
---------------	---	--	---	-------------	--

Abstract (Basic): US 20020117903 A1

NOVELTY - The motor has two sets of rectangular parallelepiped permanent magnet arrays (1a,1c and 1b,1d) that are arranged adjacent to each other such that the polarization direction of magnets in both the sets are periodically opposite and intersect each other at 90degrees. An electromagnetic coil (2a) is provided opposite to both the magnet arrays to generate the Lorentz force.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are included for the following:

- (1) Stage apparatus comprising linear motor;
- (2) Exposure apparatus;
- (3) Semiconductor device manufacturing method.

USE - Linear motor for use as a driving source for a stage apparatus (claimed) mounted on an exposure apparatus (claimed) for semiconductor device manufacture (claimed) such as manufacture of integrated circuit, LSI, liquid crystal panel, CCD, etc.

ADVANTAGE - As an ideal sine wave is generated by only arraying permanent magnets with the same rectangular parallelepiped shapes while changing their polarization directions, a linear motor with excellent driving performance and small thrust ripple is manufactured at low cost.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows a schematic view of the linear motor.

Permanent magnets (1a-1d)

Electromagnetic coil (2a)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-325421

(P2002-325421A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002. 11. 8)

(51) IntCl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
H 0 2 K 41/03		H 0 2 K 41/03	A 2 F 0 7 8
G 0 3 F 7/22		G 0 3 F 7/22	H 5 F 0 4 6
9/00		9/00	H 5 H 6 4 1
G 1 2 B 5/00		G 1 2 B 5/00	T
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 3 A
審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2002-28330 (P2002-28330)

(22) 出願日 平成14年2月5日 (2002. 2. 5)

(31) 優先権主張番号 特願2001-47527 (P2001-47527)

(32) 優先日 平成13年2月23日 (2001. 2. 23)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 内田 真司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(74) 代理人 100076428

弁理士 大塚 康徳 (外3名)

Fターム (参考) 2F078 CA02 CA08 CB13 CC02

5F046 CC01 CC03 CC18

5H641 BB06 GG02 GG04 GG05 GG07

HH03 HH05 HH09 HH14 JA02

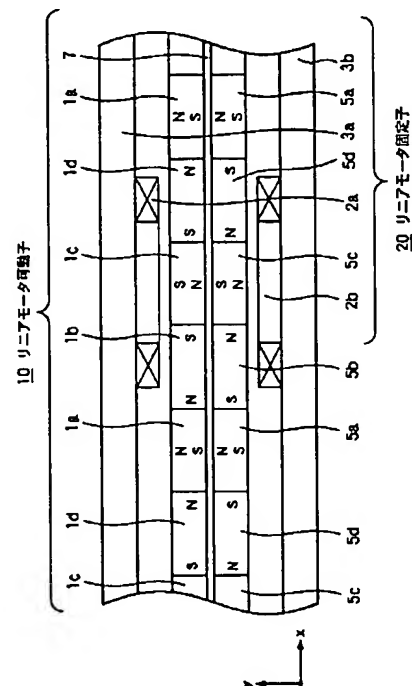
JA09

(54) 【発明の名称】 リニアモータ、およびこれを用いたステージ装置、露光装置ならびにデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 推力リップルが小さく、高駆動力であるリニアモータを実現する。

【解決手段】 リニアモータMは、永久磁石群1a~1dによって構成されるリニアモータ可動子10と、2組の電磁コイル2a、2bによって構成されるリニアモータ固定子20を有する。リニアモータ可動子10の永久磁石1a、1cの極性方向は、移動方向であるx軸方向に垂直なy軸方向で、互いに逆向きである。これらの間に、同じ直方体形状であって極性方向を90度回転させた永久磁石1b、1dを配列することで、理想的な正弦波磁界を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように配列された第1磁石と、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように当該第1磁石に隣接して配列された第2磁石と、当該第1及び第2磁石に対向して設けられ、当該第1及び第2磁石との間にローレンツ力を発生させる電磁コイルとを備え、前記第2磁石は、当該第1磁石に対して極性方向が交差するように配設されていることを特徴とするリニアモータ。

【請求項2】 前記第2磁石の極性方向は、前記第1磁石の極性方向に対して略90度で交差していることを特徴とする請求項1記載のリニアモータ。

【請求項3】 前記第1及び第2磁石が、直方体形状の永久磁石であることを特徴とする請求項1または2記載のリニアモータ。

【請求項4】 前記電磁コイルは、前記第1及び第2磁石に対向し、同時に通電されるように少なくとも2つ配設されていることを特徴とする請求項1ないし3いずれか1項記載のリニアモータ。

【請求項5】 前記第1及び第2磁石が、同一形状の永久磁石であることを特徴とする請求項1ないし4いずれか1項記載のリニアモータ。

【請求項6】 末端部に配設された第1又は第2磁石の体積が他の磁石より小さいことを特徴とする請求項1ないし5いずれか1項記載のリニアモータ。

【請求項7】 前記第1及び第2磁石は正弦波形状磁界を発生させることを特徴とする請求項1ないし6いずれか1項記載のリニアモータ。

【請求項8】 請求項1ないし7いずれか1項記載のリニアモータと、前記リニアモータにより駆動されるステージとを備え、前記電磁コイルに通電して当該電磁コイルと第1及び第2磁石とを相対的に移動させることを特徴とするステージ装置。

【請求項9】 請求項8記載のステージ装置によって基板または原版あるいはその双方を位置決めすることを特徴とする露光装置。

【請求項10】 請求項9記載の露光装置によってデバイスを製造する工程を有するデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体デバイス等製造のための露光装置等に搭載されるステージ装置の駆動源等に好適なリニアモータ、およびこれを用いたステージ装置、露光装置ならびにデバイス製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図12は一従来例によるリニアモータの永久磁石の配列を示す。これは、保持部材7を挟んで対向する2つの永久磁石群の片側のみを示しており、保持部材7上に交互に配列した永久磁石110a、110b

は、それぞれ、角部を落とした非直方体形状となっている。これらの永久磁石110a、110bを、磁性(N極、S極)が交互に逆向きになるように配列するとともに、対向するヨークと永久磁石群の間の空間部に、理想形状の正弦波磁界を生じさせるように、各永久磁石110a、110bの厚さや幅を調整している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記従来の技術によれば、正弦波磁界を理想的な正弦波形にするために各永久磁石の厚さや幅を局部的に異ならせる必要がある。また、磁石の全体形状も単純な直方体ではないため、各永久磁石を精度よく作製することが難しく、高コストになるという未解決の課題がある。さらに、直方体形状の永久磁石に比べて磁束密度が低下く、リニアモータの駆動力が低下するという問題もある。

【0004】本発明は上記従来の技術の有する未解決の課題に鑑みてなされたものであり、低コストかつ高駆動力でありながら、推力リップル(推力むら)の小さい優れた駆動性能を有し、露光装置のウエハ等基板を保持するステージ装置等の位置決め精度や生産性の向上に大きく貢献できるリニアモータ、およびこれを用いたステージ装置、露光装置ならびにデバイス製造方法を提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明のリニアモータは、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように配列された第1磁石と、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように当該第1磁石に隣接して配列された第2磁石と、当該第1及び第2磁石に対向して設けられ、当該第1及び第2磁石との間にローレンツ力を発生させる電磁コイルとを備え、前記第2磁石は、当該第1磁石に対して極性方向が交差するように配設されている。

【0006】また、好ましくは、前記第2磁石の極性方向は、前記第1磁石の極性方向に対して略90度で交差している。

【0007】また、好ましくは、前記第1及び第2磁石が、直方体形状の永久磁石である。

【0008】また、好ましくは、前記電磁コイルは、前記第1及び第2磁石に対向し、同時に通電されるように少なくとも2つ配設されている。

【0009】また、好ましくは、前記第1及び第2磁石が、同一形状の永久磁石である。

【0010】また、好ましくは、末端部に配設された第1又は第2磁石の体積が他の磁石より小さい。

【0011】また、好ましくは、前記第1及び第2磁石は正弦波形状磁界を発生させる。

【0012】

【作用】複数の磁石の極性方向が交互に反転する磁石群によって正弦波形状の磁界を発生させるリニアモータに

において、理想形状の正弦波磁界を得るために、互いに逆向きの極性方向を有する2つの磁石の間に、両者の極性方向に対して、例えば略90度の角度で交差する極性方向を有する磁石を配設する。

【0013】同じ直方体形状の永久磁石を、極性方向を変えて配列するだけで、理想形状の正弦波磁界を形成することができる。

【0014】逆向きの極性方向を有する磁石を互いに隣接して配列し、各磁石を局部的に加工して形状を変えることで、理想形状の正弦波磁界を作る場合に比べて、複雑な加工を必要とすることなく、従って低コストで、しかも駆動力の大きいリニアモータを製造できる。

【0015】このように低価格、高駆動力で、かつ推力リップルの小さいリニアモータを駆動部とする高性能なステージ装置を、露光装置のウエハステージ等に用いることで、位置決め精度が高く、半導体デバイス等の生産性に優れた高性能な露光装置等を実現できる。

【0016】

【本発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図面に基いて説明する。

【0017】図1は一実施の形態を示すもので、このリニアモータMは、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように配列された第1磁石1a、1cと、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように当該第1磁石1a、1cに隣接して配列された第2磁石1b、1dとを有する第1永久磁石群1a～1dをx軸方向に配列して保持部材7の上に一体に連結し、保持部材7のもう片側にも第2永久磁石群を配列して、リニアモータ可動子10を構成している。第2永久磁石群も第1永久磁石群と同様に、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように配列された第3磁石5a、5cと、それぞれの極性方向が周期的に逆向きになるように当該第3磁石5a、5cに隣接して配列された第4磁石5b、5dとを有する。

【0018】また、第1磁石1a、1cと第3磁石5a、5cとは互いに極性方向が同じ向きになるように配列され、第2磁石1b、1dと第4磁石5b、5dとは互いに極性方向が逆向きになるように配列されている。

【0019】また、一方の電磁コイル2aをヨーク3a上に固定し、他方の電磁コイル2bをヨーク3b上に固定し、リニアモータ可動子10に対向するこれら電磁コイル2a、2bによって、リニアモータ固定子20を構成する。ここに電流を流すことで、リニアモータ可動子10との間にx軸方向の推力を発生する。なお、永久磁石群1a～1dをリニアモータの固定子にして、電磁コイル2a、2bを可動子にすることもできる。また、保持部材7は、磁性材でも非磁性材でも構わない。

【0020】第1及び第2永久磁石群1a～1d、5a～5dは、それぞれ互いに隣接する磁石の極性方向（磁石内部においてN極からS極へ方向に、両極を最短で

結ぶ直線方向）を順番に（一方向に）90度ずつ回転させながら一体に連結したもので、互いに極性方向が逆である第1永久磁石1a、1cの間の第2永久磁石1b、1dと第3永久磁石5a、5cの間の第4永久磁石1b、1dとは、それぞれ第1永久磁石1a、1cの極性方向又は第3永久磁石5a、5cの極性方向に略90度の角度で交差する極性方向を有する。一方、ヨーク3aとヨーク3bは互いに動かず相対運動しないように固定されており、第1及び第2永久磁石1a～1dとヨーク3aとの間の空間、第3及び第4永久磁石5a～5dとヨーク3bとの間の空間にはそれぞれ固定した磁界が生じている。

【0021】上記のように互いに略90度ずつ極性方向がずれた永久磁石を少なくとも4個設けることで、永久磁石とヨークとの空間に存在する磁界のy成分をx軸方向に対して正弦波形にすることができる。図2はこの磁界の磁束密度のy成分を示すものである。

【0022】図3は、第1永久磁石1a～1dの具体例を示す。リニアモータ可動子10の運動方向（x軸方向）の長さについて、磁石極性がx軸方向の第1永久磁石1a、1cは18mm、磁石極性がx軸方向に垂直なy軸方向の第2永久磁石1b、1dは18mmとした。ここではすべての磁石が同一寸法の直方体形状であるが、非直方体形状でもよい。各永久磁石1a～1dの厚さ（y軸方向）は10mm、幅（z軸方向）は80mmとした。

【0023】リニアモータMの正弦波形の磁界中に位置する電磁コイル2a、2bに電流を流すと、永久磁石1a～1dと電磁コイル2a、2bとの間でローレンツ力が発生し、リニアモータ固定子20に対してリニアモータ可動子10がx軸方向に移動する。

【0024】図1の電磁コイル2a、2bは模式的に描いているが、実際はx軸方向に所定の間隔で複数個のコイルを配列した多相コイルとなっており、同時に複数個の電磁コイルに電流を流す多相通電となっている。

【0025】ここで多相通電の一例として、2相のコイルに通電する場合を考える。第1のコイルが正弦波形磁界中の1点（位置x）にあるとき、このコイルに一定の電流を流せばコイルの位置xに対して推力は正弦波状になる。この推力は電流をI1（一定値）とすると、

$$F1(x) = K \cdot B \cdot I1 \cdot \sin(2\pi x/a)$$

と表せる。ただし、Kはコイルによって決まる定数、Bは磁束密度の振幅、aは正弦波の波長である。

【0026】この第1のコイルからx方向に常に一定距離a/4を保った位置に第2のコイルがあり、第1のコイルと一体化されているとき、この第2のコイルに一定の電流を流せば、推力は正弦波状となる。この推力は電流をI2（一定値）とすると、第1のコイルの位置xを用いて、

$$F2(x) = K \cdot B \cdot I2 \cdot \sin(2\pi(x+a/4))$$

$4)/a) = K \cdot B \cdot I_2 \cdot \cos(2\pi x/a)$   
となる。

【0027】2相のコイル、すなわち第1および第2のコイルに同時に電流を流すと、トータルの推力は、

$$F = F_1 + F_2 = K \cdot B (I_1 \cdot \sin(2\pi x/a) + I_2 \cdot \cos(2\pi x/a))$$

となる。ここで、第1および第2のコイルに第1のコイルの位置 $x$ に対応して、

$$I_1 = I \cdot \sin(2\pi x/a)$$

$$I_2 = I \cdot \cos(2\pi x/a)$$

(ただし、 $I$ ：一定値)

なる電流を流すと、

$$F = K \cdot B \cdot I$$

となる。

【0028】永久磁石1a~1dと対向するコイルは、電磁コイル2a、2bであるので、推力は、

$$F = 2 \cdot K \cdot B \cdot I$$

となる。

【0029】このように、理想的な正弦波の磁界中において、多相コイルに通電すると推力リップルが小さくなる。すなわち、磁界が正弦波に対して誤差が非常に小さいほど、トータルの推力としてリップルを非常に小さくすることができる。

【0030】このように正弦波磁界もしくは正弦波近似磁界に置かれた、多相コイルに電流を流すと、推力が一定もしくはほぼ一定となり、推力リップルの小さい優れたリニアモータとなる。

【0031】図3の永久磁石群を用いた場合は、永久磁石とヨークとの空間に存在する磁界の $y$ 成分が理想正弦波に近づき、理想正弦波に対する誤差を正弦波振幅の2%以下とすることができる。図4はその2分の1周期の波形を示すもので、破線が理想正弦波、実線が図3の永久磁石群による磁束密度波形であるが、両者はほぼ一致している。

【0032】コイルの存在する空間に正弦波の磁界を生じさせることができるので、永久磁石とヨークとの空間を有効に利用でき磁束密度を高めることができる。その結果、リニアモータの推力を向上させることができる。

【0033】また、多相コイルに正弦波電流を通電することにより、リニアモータの推力リップルを軽減することができるため、リニアモータの推力特性やこれを用いたステージ装置の位置決め特性等を大幅に向上させることができる。

【0034】図5は第1の変形例によるリニアモータを示す。これは、永久磁石群の終端部に位置する永久磁石1eとして、他の永久磁石1a~1dに比べて $x$ 軸方向の寸法が小さく体積も小さい直方体形状の磁石を用いたものである。このように、終端部の永久磁石1eの $x$ 軸方向の寸法を他より小さい、例えば13mmとすることにより、永久磁石群によって発生する磁束密度の $y$ 成分

が理想形状の正弦波に近くなる。例えば、リニアモータ可動子10の終端部においても理想正弦波に対する誤差を正弦波振幅の5%以下と小さくすることができる。

【0035】図6にその終端部の2分の1周期の波形を示す。同図において、右側(+ $x$ 側)が終端部であり、破線が理想正弦波、実線が図5の永久磁石群による磁束密度であるが、両者はほぼ一致している。

【0036】図7は第2の変形例を示すもので、終端部に位置する3つの永久磁石1f~1hは他の永久磁石1a~1dに比べて、 $x$ 軸方向の寸法を小さく体積も小さい。終端部の永久磁石1f~1hの $x$ 軸方向の寸法を、永久磁石1fは15mm、永久磁石1gは10mm、永久磁石1hは5mmと徐々に小さくすることで、これらの永久磁石群によって発生する磁束密度の $y$ 成分が正弦波に極めて近くなる。例えば、リニアモータ可動子10の終端部においても、理想正弦波に対する誤差を正弦波振幅の2%以下と非常に小さくすることができる。

【0037】図8にその終端部の2分の1周期の波形を示す。右側(+ $x$ 方向)が終端部であり、破線が理想正弦波、実線が図7の永久磁石群による磁束密度であり、両者はほぼ完全に一致している。

【0038】このように、終端部に体積の小さい永久磁石を1つ以上配置することで、永久磁石群の終端部においても理想正弦波に近い磁束密度分布を維持でき、終端部に至るまで推力リップルの小さい、すなわち長ストロークにわたって推力リップルの小さい優れたリニアモータを提供することができる。

【0039】図9は、上記と同様のリニアモータM1を駆動部とするステージ装置をウエハステージとする半導体デバイス製造用の露光装置を示す。定盤51上にガイド52とリニアモータ固定子21を固設している。前述と同様に、リニアモータ固定子21は多相電磁コイルを、リニアモータ可動子11は永久磁石群を有している。リニアモータ可動子11を可動部53として、ステージである可動ガイド54に接続し、リニアモータM1の駆動によって可動ガイド54を紙面法線方向に移動させる。可動部53は、定盤51の上面を基準に静圧軸受55で、ガイド52の側面を基準に静圧軸受56で支持される。

【0040】可動ガイド54をまたぐようにして配置したステージである移動ステージ57は静圧軸受58によって支持されている。この移動ステージ57は、上記と同様のリニアモータM2によって駆動され、可動ガイド54を基準に移動ステージ57が紙面左右方向に移動する。移動ステージ57の動きは、移動ステージ57に固設したミラー59および干渉計60を用いて計測する。

【0041】移動ステージ57に搭載したチャック上に基板であるウエハWを保持し、光源61、投影光学系6

2によって、原版であるレチクルRの回路パターンをウエハWに縮小転写する。

【0042】次に上記の露光装置によるデバイス製造方法の実施例を説明する。図10は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、あるいは液晶パネルやCCD等）の製造フローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成した原版であるマスクを製作する。ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、前記露光装置によるリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組立）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0043】図11は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0044】

【発明の効果】本発明は上述のとおり構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0045】同一の直方体形状の永久磁石を隣接して配列した簡単な構成の磁石群を用いて、高駆動力であってしかも推力リップルの小さい高性能なリニアモータを安

価に製造できる。

【0046】このようなリニアモータを、ウエハステージ等のステージ装置に用いることで、半導体デバイス等を製造する露光装置の転写性能および生産性の向上に大きく貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施の形態によるリニアモータの主要部を示す模式図である。

【図2】図1のリニアモータ可動子の磁束密度を示すグラフである。

【図3】リニアモータ可動子の具体例を示す部分斜視図である。

【図4】図3のリニアモータ可動子の中央部の磁束密度を示すグラフである。

【図5】第1の変形例を示す部分斜視図である。

【図6】図5のリニアモータ可動子の終端部の磁束密度を示すグラフである。

【図7】第2の変形例を示す部分斜視図である。

【図8】図7のリニアモータ可動子の終端部の磁束密度を示すグラフである。

【図9】露光装置を示す模式立面図である。

【図10】デバイス製造プロセスを示すフローチャートである。

【図11】ウエハプロセスを示すフローチャートである。

【図12】一従来例によるリニアモータ固定子を示す部分斜視図である。

【符号の説明】

1a～1d、1e～1h、5a～5d 永久磁石

2a、2b 電磁コイル

3a、3b ヨーク

7 保持部材

10、11 リニアモータ可動子

20、21 リニアモータ固定子

51 定盤

52 ガイド

53 可動部

54 可動ガイド

57 移動ステージ

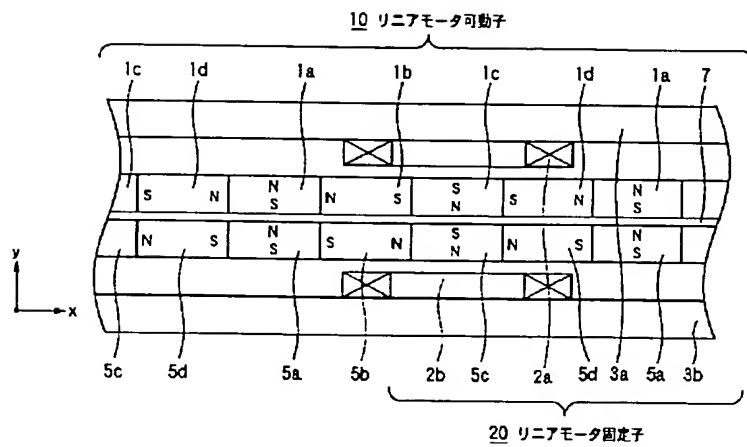
59 ミラー

60 干渉計

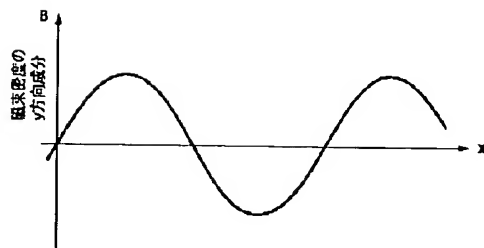
61 光源

62 投影光学系

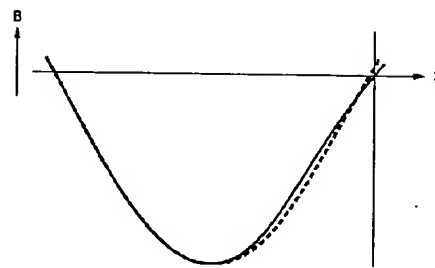
【图 1】



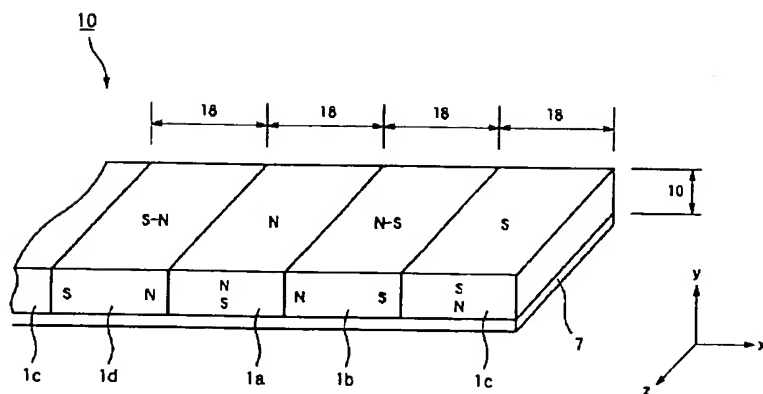
【図2】



【図6】

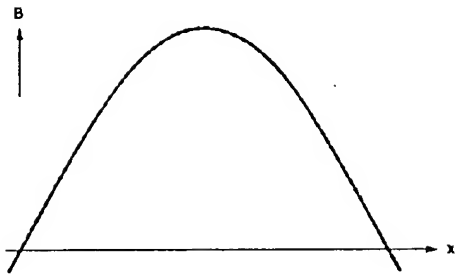


【図3】

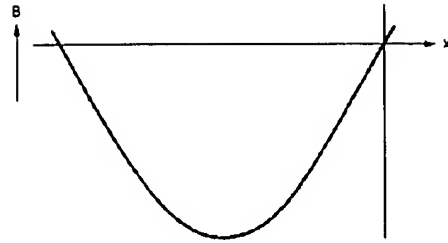




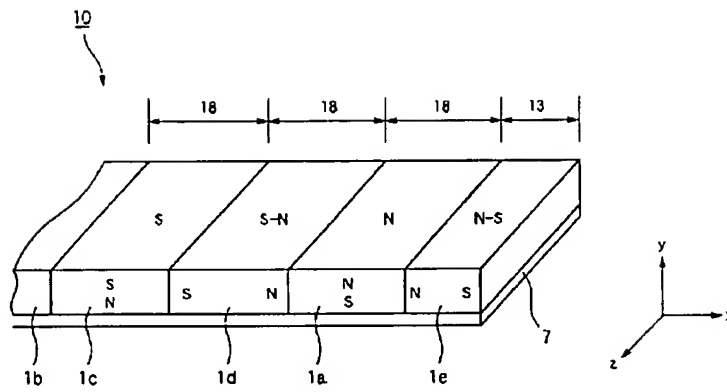
【図4】



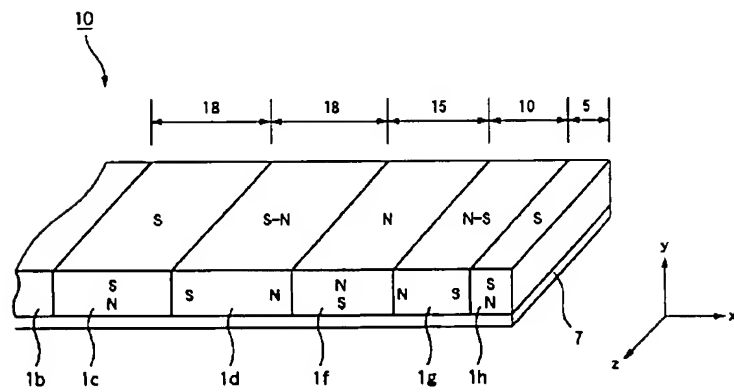
【図8】



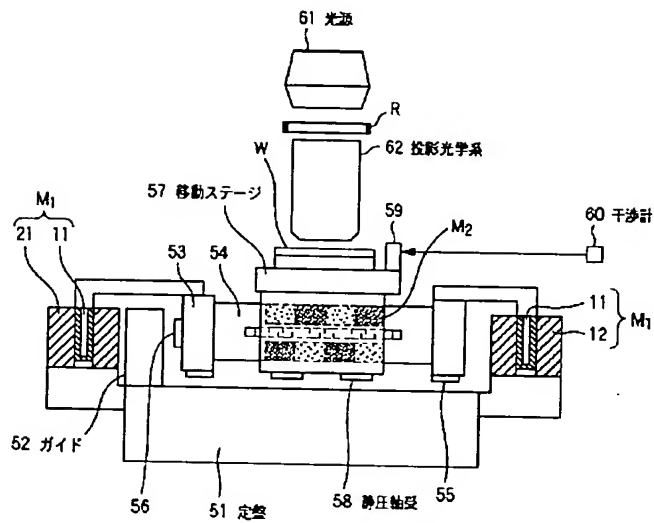
【図5】



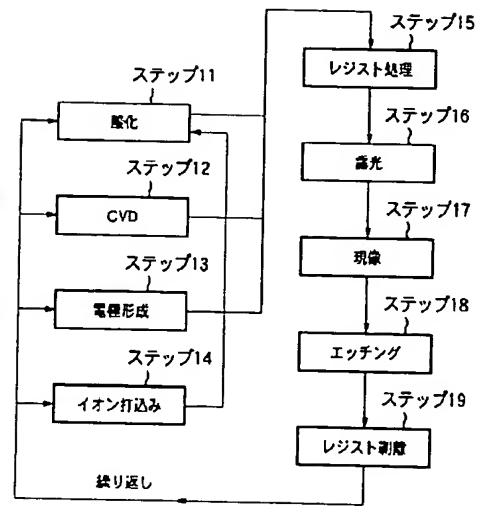
【図7】



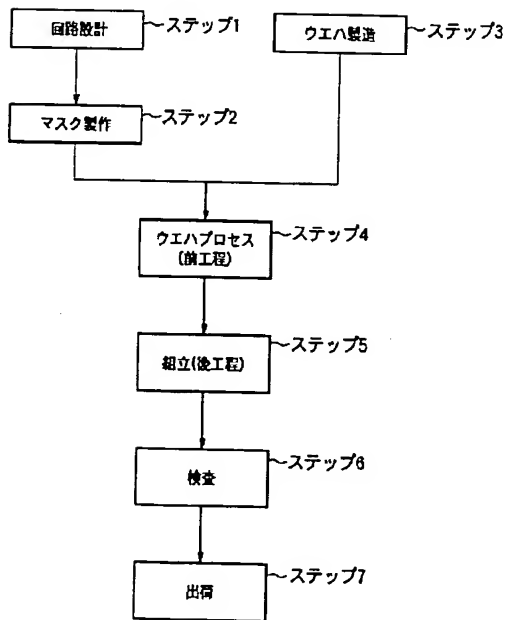
【図9】



【図11】



【図10】



【図12】

